

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年2月28日 (28.02.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/16836 A1

(51) 国際特許分類: F25B 9/14, F25D 11/00, 17/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP01/06994

(22) 国際出願日: 2001年8月13日 (13.08.2001)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2000-256074 2000年8月25日 (25.08.2000) JP
特願2001-14357 2001年1月23日 (23.01.2001) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP];
〒545-0013 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
Osaka (JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 張 恒良
(ZHANG, Hengliang) [CN/JP]; 〒635-0086 奈良県大和

高田市南本町7-2-404 Nara (JP). 陳 煒 (CHEN, Wei)
[CN/JP]; 〒631-0816 奈良県奈良市西大寺本町2-16-606
Nara (JP). 西本貴志 (NISHIMOTO, Takashi) [JP/JP];
〒581-0068 大阪府八尾市跡部北の町3-2-11-323
Osaka (JP). 増田雅昭 (MASUDA, Masaaki) [JP/JP]; 〒
636-0303 奈良県磯城郡田原本町保津96 Nara (JP).

(74) 代理人: 弁理士 佐野静夫 (SANO, Shizuo); 〒540-
0032 大阪府大阪市中央区天満橋京町2-6 天満橋八千
代ビル別館 Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): BR, CA, CN, IL, IN, KR, RU, US.

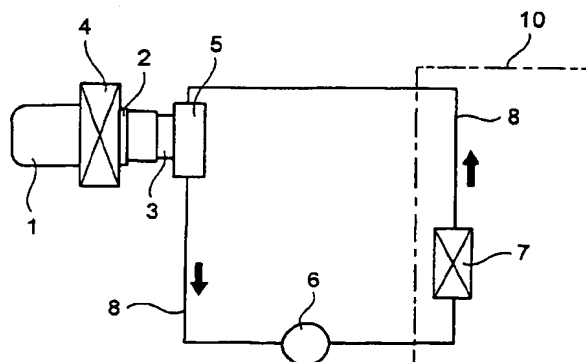
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: STIRLING COOLING DEVICE, COOLING CHAMBER, AND REFRIGERATOR

(54) 発明の名称: スターリング冷却装置、冷却庫及び冷蔵庫



(57) Abstract: A stirling cooling device, wherein refrigerant is circulated in a refrigerant circulating circuit, and the refrigerant having a cool heat received as a latent heat from a stirling refrigerating machine is evaporated in an evaporator to cool the inside of a cooling chamber by utilizing a heat of vaporization produced by the evaporation; carbon dioxide as a natural refrigerant can be used suitably as the refrigerant.

[続葉有]

WO 02/16836 A1



(57) 要約:

本発明に係るスターリング冷却装置では、冷媒循環回路内で冷媒を循環させ、スターリング冷凍機から潜熱として受け取った冷熱をもった冷媒を蒸発器において蒸発させることにより、蒸発に伴う気化熱を利用して冷却庫内を冷却する。そして、冷媒としては、自然冷媒である二酸化炭素を好適に用いることができる。

明細書

スターリング冷却装置、冷却庫及び冷蔵庫

技術分野

本発明はスターリング冷凍機を使用した冷却装置、冷却庫及び冷蔵庫に関するものである。

背景技術

周知のように、冷凍・空調機器の作動媒体としてCFC（特定フロン）及びHCFC系冷媒が用いられてきたが、既にCFC系冷媒は全廃されており、HCFC系冷媒もオゾン層保護の国際条約により規制されている。また、新しく開発されたHFC系冷媒は、オゾン層を破壊しないが地球温暖化係数が二酸化炭素の数百から数千倍という強力な温暖化物質であり、排出規制の対象となっている。

そこで、上記のような冷媒を作動媒体とする蒸気圧縮式冷凍サイクルに代わる技術の一つとして、逆スターリングサイクルを利用して冷熱を発生するスターリング冷凍機の研究が進められている。

U.S. PATENT No. 5 9 2 7 0 7 9に開示されている従来のスターリング冷却装置について、図7を参照して説明すると、20はスターリング冷凍機、21、22はそれぞれスターリング冷凍機20の放熱部、放熱器、23は放熱部21の冷却用の冷却水の水ポンプ、24はスターリング冷凍機20により得られる冷熱で二次冷媒を冷却する冷媒冷却部、25は冷却庫27内に二次冷媒を介して冷熱を搬送するための冷熱冷媒配管、26は冷熱冷媒配管25内を流通する二次冷媒を循環させる冷媒ポンプである。

この構成で、スターリング冷凍機20、水ポンプ23及び冷媒ポンプ26を駆動すると、スターリング冷凍機20の放熱部21に伝達される高温の廃熱が放熱器22側に水を介して搬送され、ここで外部空間に放出されるとともに、スターリング冷凍機20から得られる冷熱が冷熱冷媒配管25内を流通する二次冷媒によって冷却庫27内に提供される。

スターリング冷凍機 20 で生ずる冷熱の冷却庫 27 側への搬送には、相変化のないエタノール等の二次冷媒の顕熱を利用しており、冷媒冷却部 24 においては二次冷媒は冷却されて温度が低下し、逆に冷却庫 27 側では吸熱して温度が上昇することとなる。冷熱冷媒配管 25 で温度が上昇した冷媒は、冷媒ポンプ 26 によって冷媒冷却部 24 に戻る。そして、この一連のサイクルが繰り返されることにより、冷却庫 27 内が低温に冷却されていく。

しかしながら、上記の構成では、二次冷媒の顕熱を利用して冷熱を伝達するため、冷熱冷媒配管 25 内に温度差が生じ、熱伝達効率が悪いという問題がある。そして、二次冷媒に用いられるエタノールは、引火点が低く（約 12.8℃）、揮発性に富むので取り扱いに注意を要する。更に、エタノールの -40 ~ -50℃ における粘性は常温下の水の粘性と比較して約 100 倍も高いので、冷媒ポンプ 26 の負荷が大きくなり、スターリング冷却装置のエネルギー効率の低下にも繋がる。

発明の開示

本発明は、上記の問題点に鑑み、H C F C 及び H F C 系冷媒の規制に対応するとともに、潜熱の利用により冷却効率の向上が図れるスターリング冷却装置又は冷却庫を提供することを課題とする。また、熱交換効率が良く、大容量で低電力消費の冷蔵庫を提供することも課題とする。

上記課題を解決するために、本発明によるスターリング冷却装置は、運転により温度が上昇する高温部と、低温に冷却される低温部とを有するスターリング冷凍機と、前記スターリング冷凍機と一体又は別体に設けられた蒸発器と、前記低温部と前記蒸発器との間で前記低温部から発生する冷熱を冷媒を介して冷媒循環手段によって循環させる冷媒循環回路とを備えたスターリング冷却装置において、前記冷媒として、前記低温部にて液化されるとともに、前記蒸発器にて気化される自然冷媒を用いることを特徴とする。

この構成によると、スターリング冷凍機を駆動することにより、低温部で生じた冷熱は、冷媒循環回路を流通する冷媒に潜熱として回収される。冷媒は、蒸発器にて気化する際に気化熱を奪って周辺空気を冷却する。

この場合、前記自然冷媒としては、環境や人に害のない安価な二酸化炭素を好適に使用できる。ただし、二酸化炭素は、他の冷媒に比べて、臨界点（約 31℃）が低く、臨界圧力（約 74 bar）が高いという性質があるため、前記冷媒循環手段は、十分な耐圧性と密閉性を有していることが重要である。

冷媒は、冷媒循環手段によって冷媒循環回路を流通して蒸発器に冷熱を伝達するが、もし冷媒が低温部にて過冷却度を有しない程度にしか冷却されていない場合、即ち、凝縮器通過後の冷媒が沸点付近である場合は、冷媒循環手段（例えば、ポンプ）の動作によって動力が与えられたとき、動力伝達機構周辺に発生する冷媒の部分的な温度上昇によって冷媒の一部が気化してしまう現象（以下、この現象を「キャビテーション」と言う）を生じることがある。

そこで、本発明では冷媒が前記低温部にて一定の過冷却度まで冷却されるようにすることで、上記のような冷媒循環手段の動力伝達機構周辺に発生する冷媒の部分的な温度上昇があっても、冷媒の一部が気化しないため、キャビテーションの発生を防止できる。

また、本発明によるスターリング冷却装置は、前記冷媒循環回路内であって前記低温部から吐出した前記冷媒が前記冷媒循環手段に流入するまでの間に、前記冷媒を気相と液相との二相に分離し、液体冷媒のみを前記冷媒循環手段に供給する気液分離器を配置したことを特徴とする。

これによると、低温部から吐出した気液混合冷媒は、気液分離器において気液二相に分離され、液冷媒のみが冷媒循環手段に流入するので、冷媒循環手段の動作を安定させることができる。

また本発明によるスターリング冷却装置は、前記冷媒循環手段は、前記冷媒循環回路内であって前記低温部から吐出した前記冷媒が前記蒸発器に流入するまでの間で、かつ、前記蒸発器よりも高い位置に配置され前記冷媒を気相と液相との二相に分離し、液体冷媒のみを前記蒸発器へと吐出する気液分離器からなり、該気液分離器の出口部の液体冷媒と前記蒸発器内の冷媒との比重差を冷媒循環のための動力源としたものであることを特徴とする。

この構成によると、スターリング冷凍機を駆動することにより、低温部で生じた冷熱は、冷媒循環回路を流通する冷媒に潜熱として回収される。冷媒は、蒸発

器にて気化する際に気化熱を奪って周辺空気を冷却する。この場合、循環ポンプがなくても、冷媒は、気液の比重差によって冷媒循環回路内を自然に循環する。

そして、このようなスターリング冷却装置を冷蔵庫に搭載することで、スターリング冷凍機の低温部で生ずる冷熱は、冷媒循環回路に沿って流通する冷媒で搬送され、冷蔵庫内が効率よく冷却される。

また、本発明による冷蔵庫は、スターリング冷凍機を備えた冷蔵庫であって、前記スターリング冷凍機の冷熱発生源である低温部より低位置に、冷熱を冷蔵庫庫内へ提供する低温側蒸発器を設け、該低温側蒸発器と前記低温部との間を冷媒が循環可能に回路を設け、前記冷媒は、前記低温部で冷熱を得て液化し、前記低温側蒸発器までは前記低温部と低温側蒸発器との高低差により流れ、前記低温側蒸発器内で気化して冷熱を提供し、前記低温部までは気化したまま流れることを特徴とする。

また、本発明による冷蔵庫は、スターリング冷凍機を備えた冷蔵庫であって、前記スターリング冷凍機の温熱発生源である高温部より高位置に、温熱を冷蔵庫庫外へ放出する高温側凝縮器を設け、該高温側凝縮器と前記高温部との間を冷媒が循環可能に回路を設け、前記冷媒は、前記高温部で温熱を得て気化し、前記高温側凝縮器までは気化したまま流れ、前記高温側凝縮器内で液化して温熱を放出し、前記高温部までは前記高温側凝縮器と高温部との高低差により流れることを特徴とする。

また、本発明による冷蔵庫は、スターリング冷凍機を備えた冷蔵庫であって、前記スターリング冷凍機の冷熱発生源である低温部より低位置に、冷熱を冷蔵庫庫内へ提供する低温側蒸発器を設け、該低温側蒸発器と前記低温部との間を第1の冷媒が循環可能に回路を設け、前記第1の冷媒は、前記低温部で冷熱を得て液化し、前記低温側蒸発器までは前記低温部と低温側蒸発器との高低差により流れ、前記低温側蒸発器内で気化して冷熱を提供し、前記低温部までは気化したまま流れる一方、前記スターリング冷凍機の温熱発生源である高温部より高位置に、温熱を冷蔵庫庫外へ放出する高温側凝縮器を設け、該高温側凝縮器と前記高温部との間を第2の冷媒が循環可能に回路を設け、前記第2の冷媒は、前記高温部で温熱を得て気化し、前記高温側凝縮器までは気化したまま流れ、前記高温側凝縮

器内で液化して温熱を放出し、前記高温部までは前記高温側凝縮器と高温部との高低差により流れることを特徴とする。

このような構成の冷蔵庫によると、冷媒の気化及び液化による潜熱を利用して、顕熱を利用する場合よりも熱伝達効率がよく、冷熱の冷蔵庫庫内への供給、又は温熱の冷蔵庫庫外への放出が効率よく行われ、冷蔵庫の熱交換効率を向上することができる。

また、凝縮器と蒸発器とを任意の大きさに設定できるので、逆スターリングサイクルの効率から大きさが限定されている低温部及び高温部の熱を熱伝達率の小さい空気に効率よく伝達することができ、大容量の冷蔵庫を実現することができる。

また、冷媒を循環させる外部動力なしに、高低差を利用して冷媒を循環させているので、低電力消費の冷蔵庫を実現することができる。

また、本発明による冷蔵庫は、気液分離器を設けることで冷媒の循環流量を促進することができる。

また、本発明による冷蔵庫は、冷媒として不燃性、無毒性の自然冷媒である二酸化炭素、又は水を用いているので、人体及び地球環境に優しい冷蔵庫を提供することができる。

また、本発明による冷蔵庫は、冷蔵庫の高さを有効に利用して低温側熱交換部及び高温側熱交換部を配置することができる。更に冷蔵庫庫内の構成は、上部が冷蔵室、中部が野菜室、下部が冷凍室とすることで、冷蔵庫庫内の冷気を有効に利用することができる。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明の第 1 の実施形態に係るスターリング冷却装置の概略的な構成を示す図であり、図 2 は本発明の第 2 の実施形態に係るスターリング冷却装置の概略的な構成を示す図、図 3 は本発明の第 3 の実施形態に係るスターリング冷却装置の概略的な構成を示す図、図 4 は本発明の第 4 の実施形態に係る冷蔵庫の概略的な構成を示す図、図 5 は本発明の第 5 の実施形態に係る冷蔵庫の冷却システムの概念図、図 6 は本発明の第 6 の実施形態に係る冷蔵庫の概略的な構成を示す図

、図 7 は従来 of スターリング冷却装置の一例の概略的な構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

まず、本発明の第 1 の実施形態について図面を参照して説明する。図 1 は、本実施形態に係るスターリング冷却装置（以下、冷凍システムと記すことがある）の概略的な構成を示す図である。図 1 において、1 はスターリング冷凍機、2 はスターリング冷凍機 1 の駆動により温度が上昇する高温部、3 はスターリング冷凍機 1 の駆動により冷熱が生ずる低温部、4 は高温部から熱を外部空間に逃がす高温側熱交換器である。そして、スターリング冷凍機 1 に隣接して冷却庫 10 が配置されている。この冷却庫 10 の庫内空間に連通する断熱壁の内部には、蒸発器 7 が設けられている。

低温部 3 に隣接して凝縮器 5 が設けられている。この凝縮器 5、循環ポンプ 6、蒸発器 7 を冷媒配管 8 で順次接続して冷媒循環回路が形成される。尚、図中の矢印は冷媒の流れ方向を示している。また、本実施形態では冷媒として自然冷媒である二酸化炭素を使用するものとする。

スターリング冷凍機 1 は、シリンダ内に作動媒体であるヘリウム又は窒素を封入しており、一つのパワーピストン（図示せず）と一つのディスプレーサ（図示せず）があり、共に同じ軸線に対して平行に配置されている。そして、パワーピストンをリニアモータ（図示せず）によって駆動することで、同一のシリンダ内において同軸線に沿って所定の位相差でパワーピストンとディスプレーサとが反復運動する。尚、本実施形態で使用するスターリング冷凍機 1 は、上記のリニアモータでパワーピストンを駆動させるものに限定されず、他の種類のスターリング冷凍機であってもよい。

リニアモータを駆動すると、上記の原理によってスターリング冷凍機 1 の高温部 2 に廃熱（以下、温熱と記すことがある）が伝達されて高温になるとともに、低温部 3 に極低温の冷熱が発生する。そして、高温部 2 に接して設けた高温側熱交換器 4 で、熱媒体の空気又は水を介して高温部 2 からスターリング冷凍機 1 の外部に廃熱が放出される。

同時に、循環ポンプ 6 も駆動され、冷媒循環回路内を冷媒が矢印の方向に流通

・循環する。循環ポンプ 6 は、二酸化炭素を冷媒としているため、少なくとも 7 4 b a r 以上の耐圧性及び密閉性を確保している。この冷媒循環回路において、低温部 3 に取り付けられた凝縮器 5 で冷媒が凝縮され、低温部 3 からの冷熱を主に潜熱という形で冷媒に蓄える。

凝縮器 5 で凝縮された低温の液冷媒は、循環ポンプ 6 により冷媒配管 8 内を流通し、蒸発器 7 に流れ込む。この蒸発器 7 で冷媒は蒸発し、周囲から気化熱を奪って冷却庫 10 の庫内に冷熱を供給する。蒸発器 7 で気化したガス冷媒は、冷媒配管 8 を流れて凝縮器 5 側に戻る。そして、循環ポンプ 6 が駆動されている間は、この一連のサイクルが繰り返されることとなる。

ところで、冷媒循環回路を流通する冷媒が循環ポンプ 6 において、キャビテーションを起こすと、気泡による循環ポンプ 6 の浸食、劣化が問題となり、また冷媒の流量が安定しないという問題がある。従って、キャビテーションを防ぐため、凝縮器 5 で一定の過冷却度を得るよう、冷媒の充填量と質量流量を適切に設定することが重要である。即ち、作動温度において、少なくとも、冷媒が凝縮器 5 で完全に液化したところから、循環ポンプ 6 を経由して蒸発器 7 の入り口までの冷媒配管 8 を含む全容積が液冷媒で満たされるよう、この容積に基づいて充填する冷媒量を決定する。

また、スターリング冷凍機 1 の冷凍能力に応じて冷媒の質量流量をコントロールすることにより、作動温度において凝縮器 5 で凝縮される冷媒に対し、望ましい過冷却度を得られる。このような過冷却度を維持することで、凝縮器 5 の出口から循環ポンプ 6 の出口までの冷媒配管 8 を流れる冷媒に圧力損失や熱吸収があっても、循環ポンプ 6 において冷媒の気化によるキャビテーションを防ぐことができるとともに、冷媒の正常な循環を確保できる。

次に、本発明の第 2 の実施形態について図面を参照して説明する。図 2 は、本実施形態に係るスターリング冷却装置の概略的な構成を示す図である。図 2 において、図 1 に示す上記第 1 の実施形態に係る冷却装置と共通の部材には同一の符号を附し、その詳細な説明を省略する。

本実施形態に係る冷媒循環回路は、凝縮器 5、気液分離器 9、循環ポンプ 6、蒸発器 7 を冷媒配管 8 で順次接続して形成される。尚、図中の矢印は冷媒の流れ

方向を示している。また、本実施形態では冷媒として二酸化炭素を使用する。そして、気液分離器 9 は、凝縮器 5 より低く、かつ、循環ポンプ 6 より高い位置になるよう冷媒循環回路の凝縮器 5 の下流側に設けている。

尚、図中の矢印は冷媒の流れを示している。また、本実施形態では冷媒として二酸化炭素を使用する。図 2 に示すスターリング冷凍機 1 の構成及び動作は上記第 1 の実施形態と同一であるので、説明を省略する。

リニアモータ（図示せず）を駆動すると、上記の原理によってスターリング冷凍機 1 の高温部 2 に廃熱が伝達されて高温になるとともに、低温部 3 に極低温の冷熱が発生する。そして、高温部 2 に接して設けた高温側熱交換器 4 で、熱媒体の空気又は水を介して高温部 2 からスターリング冷凍機 1 の外部に廃熱が放出される。

同時に、循環ポンプ 6 も駆動され、冷媒循環回路内を冷媒が矢印の方向に流通・循環する。循環ポンプ 6 は、二酸化炭素を冷媒としているため、少なくとも 7 4 b a r 以上の耐圧性及び密閉性を確保している。この冷媒循環回路において、低温部 3 に取り付けられた凝縮器 5 で冷媒が凝縮され、低温部 3 からの冷熱を主に潜熱という形で冷媒に蓄える。

凝縮器 5 で凝縮された低温の気液混合冷媒は、凝縮器 5 の下流側に配置された気液分離器 9 に流入し、この気液分離器 9 内で冷媒は気体と液体に分離される。分離された液冷媒は循環ポンプ 6 で加圧され、冷媒配管 8 内を流通し、蒸発器 7 に流れ込む。この蒸発器 7 で冷媒は蒸発し、周囲から気化熱を奪って冷却庫 10 の庫内に冷熱を供給する。蒸発器 7 で気化したガス冷媒は、冷媒配管 8 を流れて凝縮器 5 側に戻る。そして、循環ポンプ 6 が駆動されている間は、この一連のサイクルが繰り返される。

ところで、冷媒循環回路を流通する冷媒が循環ポンプ 6 において、キャビテーションを起こすと、気泡による循環ポンプ 6 の浸食、劣化が問題となり、また冷媒の流量が安定しないという問題がある。従って、本実施形態ではキャビテーションを防ぐため、気液分離器 9 の配設位置を工夫している。

即ち、気液分離器 9 を凝縮器 5 より低く、かつ、循環ポンプ 6 より高い位置の冷媒循環回路の凝縮器 5 の下流側に設けている。これにより、気液分離器 9 の中

の液面から循環ポンプ 6 の入り口までの冷媒配管 8 内が柱の如く立った液冷媒で満たされることとなり、この液圧により循環ポンプ 6 においてキャビテーションが防止されるとともに、冷媒の正常な循環が確保できる。

次に、本発明の第 3 の実施形態について図面を参照して説明する。図 3 は、本実施形態に係るスターリング冷却装置の概略的な構成を示す図である。図 3 において、図 1 に示す上記第 1 の実施形態に係る冷却装置と共通の部材には同一の符号を附し、その詳細な説明を省略する。

本実施形態に係る冷媒循環回路は、凝縮器 5、気液分離器 9、蒸発器 7 を冷媒配管 8 a、8 b で順次接続して形成される。尚、図中の矢印は冷媒の流れ方向を示している。また、本実施形態では冷媒として二酸化炭素を使用する。そして、気液分離器 9 は、凝縮器 5 より低く、かつ、蒸発器 7 より高い位置になるよう冷媒循環回路の凝縮器 5 の下流側に設けている。

尚、図中の矢印は冷媒の流れを示している。また、本実施形態では冷媒として二酸化炭素を使用する。図 2 に示すスターリング冷凍機 1 の構成及び動作は上記第 1 の実施形態と同一であるので、説明を省略する。

リニアモータ（図示せず）を駆動すると、上記の原理によってスターリング冷凍機 1 の高温部 2 に廃熱が伝達されて高温になるとともに、低温部 3 に極低温の冷熱が発生する。そして、高温部 2 に接して設けた高温側熱交換器 4 で、熱媒体の空気又は水を介して高温部 2 からスターリング冷凍機 1 の外部に廃熱が放出される。

上記の冷媒循環回路において、低温部 3 に取り付けられた凝縮器 5 で冷媒が凝縮され、低温部 3 からの冷熱を主に潜熱という形で冷媒に蓄える。凝縮器 5 で凝縮された低温の気液混合冷媒は、凝縮器 5 の下流側に配置された気液分離器 9 に流入し、この気液分離器 9 内で冷媒は気体と液体に二相分離される。

分離された液冷媒は冷媒配管 8 a 内を流通し、蒸発器 7 に流れ込む。この蒸発器 7 で冷媒は蒸発し、周囲から気化熱を奪って冷却庫 10 の庫内に冷熱を供給する。蒸発器 7 で気化したガス冷媒は、冷媒配管 8 b を流れて凝縮器 5 側に戻る。そして、この一連のサイクルが繰り返される。

これによると、気液分離器 9 は、凝縮器 5 より低く、かつ、蒸発器 7 より高い

位置であって、冷媒循環回路の凝縮器 5 の下流側に設けているので、蒸発器 7 の入り口までを繋ぐ冷媒配管 8 a 内は液化した液冷媒で満たされることとなる。一方、蒸発器 7 の出口から凝縮器 5 までを繋ぐ冷媒配管 8 b 内には気化したガス冷媒が流通することとなる。そして、この液冷媒とガス冷媒との比重差で、冷媒が冷媒循環回路を自然循環する。

従って、この場合は、冷媒循環回路内で冷媒を強制的に循環させるための循環ポンプ 6 が不要となるため、その分のコスト削減が図られるとともに、省エネに有利なスターリング冷却装置を提供できる。

次に、本発明の第 4 の実施形態について図面を参照して説明する。図 4 は、本実施形態に係る冷蔵庫の断面図である。尚、本実施形態では、上記第 3 の実施形態に係るスターリング冷却装置を搭載した冷蔵庫を例として説明するが、第 1 及び第 2 の実施形態のように、循環ポンプで冷媒を強制循環させるスターリング冷却装置を搭載した冷蔵庫であってもよい。

図 4 に示すように、冷蔵庫 17 の背面上部には、スターリング冷凍機 1 が横臥方向に配設されており、その低温部 3（図示せず）には凝縮器 5 が取り付けられている。更に、気液分離器 9 が、凝縮器 5 より低い位置に設けられている。一方、冷蔵庫 17 の背面下部には、蒸発器 7 が配設されている。そして、凝縮器 5、気液分離器 9、蒸発器 7 を冷媒配管 8 a、8 b で順次連結して冷媒循環回路が形成されている。

気液分離器 9 で二相分離された液冷媒は、気液分離器 9 の出口から蒸発器 7 の入り口までを繋ぐ冷媒配管 8 a 内を自然流下して蒸発器 7 に流れ込むため、冷媒配管 8 a 内は液冷媒で満たされることとなる。一方、蒸発器 7 で蒸発したガス冷媒は、蒸発器 7 の出口から凝縮器 5 の入り口までを繋ぐ冷媒配管 8 b 内を流通することになる。

従って、冷媒配管 8 a 内の液冷媒と、冷媒配管 8 b 内のガス冷媒との重力差による圧力で、冷媒は、冷媒配管 8 a を上から下へ、冷媒配管 8 b を下から上へ流れるため、循環ポンプ等の強制的に冷媒を循環させる手段がなくても、冷媒を冷媒循環回路内で自然に循環させることができる。

冷媒は、凝縮器 5 を介してスターリング冷凍機 1 の低温部 2（図示せず）に放

熱して凝縮する一方、蒸発器 7 で冷蔵庫 17 の庫内を循環する冷気から受熱して蒸発する。蒸発器 7 で冷却された冷気は、冷気循環用ファン 13 で矢印の如く庫内に送出され、庫内の冷却に寄与する。このように、スターリング冷凍機 1 で得られた冷熱は、凝縮器 5、気液分離器 9 及び蒸発器 7 から構成される冷媒循環回路を通じて冷蔵庫 17 に提供される。

そして、冷蔵庫 17 の外部にある空気は、ファン 12 により吸気ダクト 14 に導入され、排気ダクト 15 を通って外部に排気される。このとき、吸気ダクト 14 から排気ダクト 15 を通過する空気により、スターリング冷凍機 1 の高温部 2 に伝達された廃熱は、高温側熱交換器 4 を介して冷蔵庫 17 の外部に放出される。

また、庫内を循環する冷気に含まれている水分の一部は蒸発器 7 の表面で凝縮して、水滴となって付着するが、この水滴はドレン水排出口 16 から排出されてドレンパン（図示せず）に貯まるので、定期的にドレンパンを取り出して貯まった水を捨てればよい。

次に、本発明の第 5 の実施形態について図面を参照して説明する。図 5 は、本実施形態に係る冷蔵庫の冷凍システムの概念図である。図 5 において、図 1 に示す上記第 1 の実施形態に係る冷却装置と共通の部材には同一の符号を附し、その詳細な説明を省略する。

この冷凍システムは、低温部 3 と高温部 2 とを有したスターリング冷凍機 1 と、低温側熱交換部 30 と、高温側熱交換部 31 とからなる。そして、低温側熱交換部 30 は、低温部 3 に銅管を巻回した低温側凝縮器 32 と、低温側凝縮器 32 と銅管 33 で繋がれ低温部 3 より低位置にある低温側の気液分離器 9 と、気液分離器 9 の底面から銅管 34 で繋がれ更に低位置にある低温側の蒸発器 7 と、蒸発器 7 と低温側凝縮器 32 とを繋ぐ銅管 35 とから構成される循環回路である。この回路内には二酸化炭素が冷媒として封入されている。

一方、高温側熱交換部 31 は、高温部 2 に銅管を巻回した高温側の蒸発器 36 と、蒸発器 36 と銅管 37 で繋がれ高温部 2 より高位置にある高温側凝縮器 38 と、高温側凝縮器 38 から銅管 39 で繋がれ高温側凝縮器 38 より低位置にあり高温部 2 より高位置にある気液分離器 40 と、気液分離器 40 の底面と蒸発器 3

6とを繋ぐ銅管41とから構成される循環回路である。この回路内には水が冷媒として封入されている。尚、図中の矢印は冷媒の流れ方向を示している。

次に、低温側熱交換部30の動作について説明する。低温部3に発生した冷熱は、低温側凝縮器32に伝達され、冷媒はほとんどが液化される。その液体と気体が混合した冷媒は、低温側凝縮器32と気液分離器9の高低差を利用して、銅管33を通じて低温側の気液分離器9に導入され、そこで液体が溜められる。気液分離器9の底面から銅管34を通じて低温側の蒸発器7に導入された液体の冷媒は、その冷熱を低温側の蒸発器7の壁面を通じて冷蔵庫庫内の空気と熱交換し、冷蔵庫庫内に冷気を発生させるとともに蒸発する。

そして、気化した冷媒は、低温側の蒸発器7と低温側凝縮器32との、高低差と、気体と液体の比重差による圧力差とによって、銅管35を通じて低温側凝縮器32に送られる。以上の動作を繰り返すことにより、冷媒を循環させる外部動力なしに、冷蔵庫庫内へ冷熱を供給できるので、低電力消費の冷蔵庫を実現することができる。

このように、冷媒の気化及び液化による潜熱を利用しているので、顕熱を利用する場合よりも熱伝達効率がよく、低温部3の冷熱を低温側の蒸発器7に効率よく伝達でき、冷蔵庫の熱交換効率を向上することができる。また、低温側凝縮器32と低温側の蒸発器7の大きさは任意に設定できるので、逆スターリングサイクルの効率から大きさが限定されている低温部3の冷熱を冷蔵庫庫内の熱伝達率の小さい空気に効率よく伝達することができ、大容量の冷蔵庫を実現することができる。更に、冷媒として不燃性、無毒性の自然冷媒である二酸化炭素を用いているので、人体及び地球環境に優しい冷蔵庫を提供することができる。

次に、高温側熱交換部31の動作について説明する。高温部2に発生した温熱は、高温側の蒸発器36に伝達され、冷媒は気化される。その気体の冷媒は、蒸発器36と高温側凝縮器38の高低差を利用して、銅管37を通じて高温側凝縮器38に導入され、その温熱を高温側凝縮器38の壁面を通じて冷蔵庫庫外の空気と熱交換するとともに液化される。

この液体と気体が混合した冷媒は、高温側凝縮器38の底面から銅管39を通じて高温側の気液分離器40に導入され、そこで液体が溜められる。そして液体

の冷媒は、高温側の気液分離器 40 と蒸発器 36 の高低差を利用して、銅管 41 を通じて蒸発器 36 に導入される。以上の動作を繰り返すことにより、冷媒を循環させる外部動力なしに、冷蔵庫庫外へ温熱を放出できるので、低電力消費の冷蔵庫を実現することができる。

このように、冷媒の液化及び気化による潜熱を利用しているので、顕熱を利用する場合よりも熱伝達効率がよく、高温部 2 の温熱を高温側凝縮器 38 に効率よく伝達でき、冷蔵庫の熱交換効率を向上することができる。また、高温側の蒸発器 36 と高温側凝縮器 38 の大きさは任意に設定できるので、逆スターリングサイクルの効率から大きさが限定されている高温部 2 の温熱を冷蔵庫庫外の熱伝達率の小さい空気に効率よく伝達することができる。更に、冷媒として不燃性、無毒性の自然冷媒である水を用いているので、人体及び地球環境に優しい冷蔵庫を提供することができる。

尚、低温側の気液分離器 9、高温側の気液分離器 40 は、冷媒の循環流量を促進するために設けてあり、必ずしも必要とはしない。また、冷媒の循環流量は、低温部 3 と低温側の蒸発器 7、又は高温部 2 と高温側凝縮器 38 との高低差を最適化することで決定される。

尚、低温側の蒸発器 7 と高温側凝縮器 38 の形状は、箱体とするのが最も簡略化した形状であるが、例えば、フィンチューブ型にすれば表面積が大きくなり熱交換効率が向上する。

また、低温側凝縮器 32 と高温側の蒸発器 36 は、それぞれ低温部 3 と高温部 2 に、着脱可能に密着、ロー付け、又は一体化することができる。他の形状としては、低温部 3 又は高温部 2 を内部に空洞を有したドーナツ形状とすることで空洞部に冷媒を循環させ、低温側凝縮器又は高温側蒸発器を兼ねてもよい。

上述の低温側熱交換部 30、又は高温側熱交換部 31 を備えた冷凍システムは、食品流通、環境試験、医療、バイオ産業、半導体製造等の産業用、又は家庭用機器等のあらゆる産業分野に使用できる汎用性の高い冷凍システムである。

次に、本発明の第 6 の実施形態について図面を参照して説明する。図 6 は、本実施形態に係る冷蔵庫の概略的な構成を示す図である。尚、本実施形態では、上記第 5 の実施形態に係るスターリング冷却装置を搭載した冷蔵庫を例として説明

する。

冷蔵庫 4 2 の背面の中部にスターリング冷凍機 1 を、冷蔵庫 4 2 の背面の下部に低温側熱交換部 3 0 を、冷蔵庫 4 2 の背面の上部に高温側熱交換部 3 1 をそれぞれ配設している。そして、低温側の蒸発器 7 は、冷蔵庫 4 2 の庫内の冷気ダクト 4 3 に内設され、高温側凝縮器 3 8 は、冷蔵庫 4 2 の庫外の排気ダクト 1 5 に内設される。冷蔵庫 4 2 の庫内の構成は、上部が冷蔵室 4 4、中部が野菜室 4 5、下部が冷凍室 4 6 である。冷気ダクト 4 3 は、冷蔵室 4 4、野菜室 4 5、及び冷凍室 4 6 と連通しており、また、冷蔵室 4 4 と野菜室 4 5 とが連通している。

スターリング冷凍機 1 が起動すると、上述のように高温部 2 で発生した温熱が高温側凝縮器 3 8 を通じて空気と熱交換される。このとき、ファン 1 2 により排気ダクト 1 5 内の温かい空気が冷蔵庫 4 2 の庫外へ排出されるとともに、冷蔵庫 4 2 の庫外の空気を取り込まれ、熱交換を促進させている。尚、ファン 1 2 は必ずしも必要はなく、排気ダクト 1 5 と冷蔵庫 4 2 の庫外との空気の対流は、自然対流としてもよい。

一方、低温部 3 で発生した冷熱は、上述のように低温側の蒸発器 7 を通じて冷気ダクト 4 3 内の空気と熱交換される。このとき、冷気循環用ファン 1 3 により冷気ダクト 4 3 内の冷気が、冷凍室 4 6 に送風されるとともに、一部の冷気が冷蔵室 4 4 に送風される。冷蔵室 4 4 に送風された冷気は、野菜室 4 5 へ送られ、更に、冷気ダクト 4 3 を通じて再び低温側の蒸発器 7 の付近へ送られる。

また、低温側の蒸発器 7 の除霜によりドレン水は、冷蔵庫 4 2 の下部に設けられたドレン水排出口 1 6 から冷蔵庫 4 2 の庫外へ排出される。

このように、縦置き的大型冷蔵庫に第 5 の実施形態の冷凍システムを搭載することにより、冷蔵庫の高さを有効に利用して低温側熱交換部 3 0 及び高温側熱交換部 3 1 を配置することができる。更に、低温側の蒸発器 7 に最も近い場所を冷凍室 4 6、冷蔵室 4 4 の下に野菜室 4 5 を配置することで、冷蔵庫 4 2 の庫内の冷気を有効に利用することができる。

産業上の利用可能性

以上のように本発明は、冷媒の気化及び液化による潜熱を利用しているので、

顕熱を利用する場合よりも熱伝達効率がよく、冷熱の冷却庫（冷蔵庫）庫内への供給、又は温熱の庫外への放出が効率よく行われ、冷蔵庫の熱交換効率を向上することができる。また、凝縮器と蒸発器とを任意の大きさに設定できるので、逆スターリングサイクルの効率から大きさが限定されている低温部及び高温部の熱を熱伝達率の小さい空気に効率よく伝達することができ、大容量の冷蔵庫を実現することができる。また、冷媒を循環させる外部動力なしに、高低差を利用して冷媒を循環させているので、低電力消費の冷蔵庫を実現することができる。また、気液分離器を設けることで冷媒を強制循環させる手段を設けなくても冷媒の安定した循環を確保でき、コストダウンと省エネに有利となる。また、冷媒として不燃性、無毒性の自然冷媒である二酸化炭素、又は水を用いているので、人体及び地球環境に優しい冷蔵庫を提供することができる。また、冷蔵庫庫内の構成は、上部が冷蔵室、中部が野菜室、下部が冷凍室とすることで、冷蔵庫庫内の冷気を有効に利用することができる。また、スターリング冷却装置を搭載することで、圧縮機を使用する従来の蒸気圧縮式の冷却庫に比べ、はるかに低騒音で、装置の構成が簡略化された省スペースな冷却庫が得られる。

請求の範囲

1. 運転により温度が上昇する高温部と、低温に冷却される低温部とを有するスターリング冷凍機と、前記スターリング冷凍機と一体又は別体に設けられた蒸発器と、前記低温部と前記蒸発器との間で前記低温部から発生する冷熱を冷媒を介して冷媒循環手段によって循環させる冷媒循環回路とを備えたスターリング冷却装置において、

前記冷媒として、前記低温部にて液化されるとともに、前記蒸発器にて気化される自然冷媒を用いることを特徴とするスターリング冷却装置。

2. 請求項1において、前記自然冷媒が二酸化炭素であるスターリング冷却装置。

3. 請求項1において、前記冷媒が前記低温部にて一定の過冷却度まで冷却されるようにしたスターリング冷却装置。

4. 請求項1において、前記冷媒循環回路内であって前記低温部から吐出した前記冷媒が前記冷媒循環手段に流入するまでの間に、前記冷媒を気相と液相との二相に分離し、液体冷媒のみを前記冷媒循環手段に供給する気液分離器を配置したスターリング冷却装置。

5. 請求項1において、前記冷媒循環手段は、前記冷媒循環回路内であって前記低温部から吐出した前記冷媒が前記蒸発器に流入するまでの間で、かつ、前記蒸発器よりも高い位置に配置され前記冷媒を気相と液相との二相に分離し、液体冷媒のみを前記蒸発器へと吐出する気液分離器からなり、該気液分離器の出口部の液体冷媒と前記蒸発器内の冷媒との比重差を冷媒循環のための動力源としたスターリング冷却装置。

6. 請求項1に記載のスターリング冷却装置を搭載した冷却庫。

7. スターリング冷凍機を備えた冷蔵庫であって、前記スターリング冷凍機の冷熱発生源である低温部より低位置に、冷熱を冷蔵庫庫内へ提供する低温側蒸発器を設け、該低温側蒸発器と前記低温部との間を冷媒が循環可能に回路を設け、前記冷媒は、前記低温部で冷熱を得て液化し、前記低温側蒸発器までは前記低温部と低温側蒸発器との高低差により流れ、前記低温側蒸発器内で気化して冷熱を提供し、前記低温部までは気化したまま流れることを特徴とする冷蔵庫。

8. 請求項7において、前記冷媒が二酸化炭素である冷蔵庫。

9. スターリング冷凍機を備えた冷蔵庫であって、前記スターリング冷凍機の温熱発生源である高温部より高位置に、温熱を冷蔵庫庫外へ放出する高温側凝縮器を設け、該高温側凝縮器と前記高温部との間を冷媒が循環可能に回路を設け、前記冷媒は、前記高温部で温熱を得て気化し、前記高温側凝縮器までは気化したまま流れ、前記高温側凝縮器内で液化して温熱を放出し、前記高温部までは前記高温側凝縮器と高温部との高低差により流れることを特徴とする冷蔵庫。

10. 請求項9において、前記冷媒が水である冷蔵庫。

11. スターリング冷凍機を備えた冷蔵庫であって、前記スターリング冷凍機の冷熱発生源である低温部より低位置に、冷熱を冷蔵庫庫内へ提供する低温側蒸発器を設け、該低温側蒸発器と前記低温部との間を第1の冷媒が循環可能に回路を設け、前記第1の冷媒は、前記低温部で冷熱を得て液化し、前記低温側蒸発器までは前記低温部と低温側蒸発器との高低差により流れ、前記低温側蒸発器内で気化して冷熱を提供し、前記低温部までは気化したまま流れる一方、

前記スターリング冷凍機の温熱発生源である高温部より高位置に、温熱を冷蔵庫庫外へ放出する高温側凝縮器を設け、該高温側凝縮器と前記高温部との間を第2の冷媒が循環可能に回路を設け、前記第2の冷媒は、前記高温部で温熱を得て気化し、前記高温側凝縮器までは気化したまま流れ、前記高温側凝縮器内で液化

して温熱を放出し、前記高温部までは前記高温側凝縮器と高温部との高低差により流れることを特徴とする冷蔵庫。

12. 請求項11において、前記前記第1の冷媒が二酸化炭素であり、前記第2の冷媒が水である冷蔵庫。

13. 請求項7又は11において、前記低温部から低温側蒸発器へ冷媒が流れる回路上に、前記気化した冷媒と液化した冷媒とを分離する低温側気液分離器を設けた冷蔵庫。

14. 請求項9又は11において、前記高温側凝縮器から高温部へ冷媒が流れる回路上に、前記気化した冷媒と液化した冷媒とを分離する高温側気液分離器を設けた冷蔵庫。

15. 請求項7、9、又は11において、冷蔵庫庫内の構成は、上部が冷蔵室、中部が野菜室、下部が冷凍室である冷蔵庫。

16. 請求項7、9、又は11において、冷蔵庫庫内の構成は、上部が冷蔵室、中部が野菜室、下部が冷凍室であり、かつ、冷蔵庫庫内で冷熱は、冷気として前記冷凍室と前記冷蔵室の両方に導入され、前記冷蔵室の冷気が更に前記野菜室に導入される構成とした冷蔵庫。

1/5

図 1

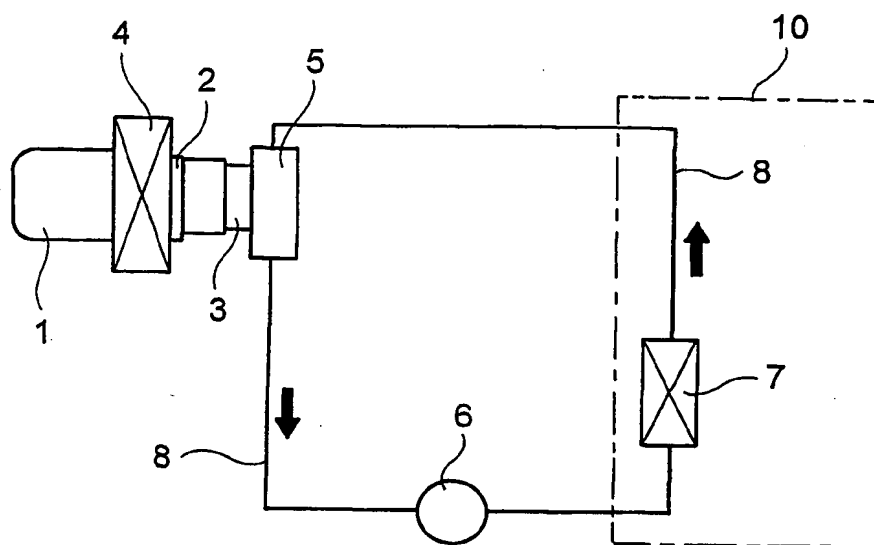
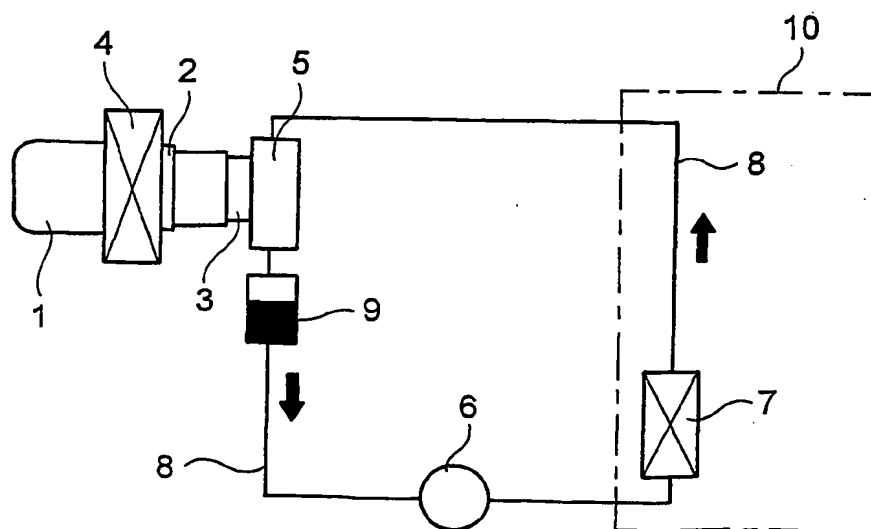


図 2



2/5

図3

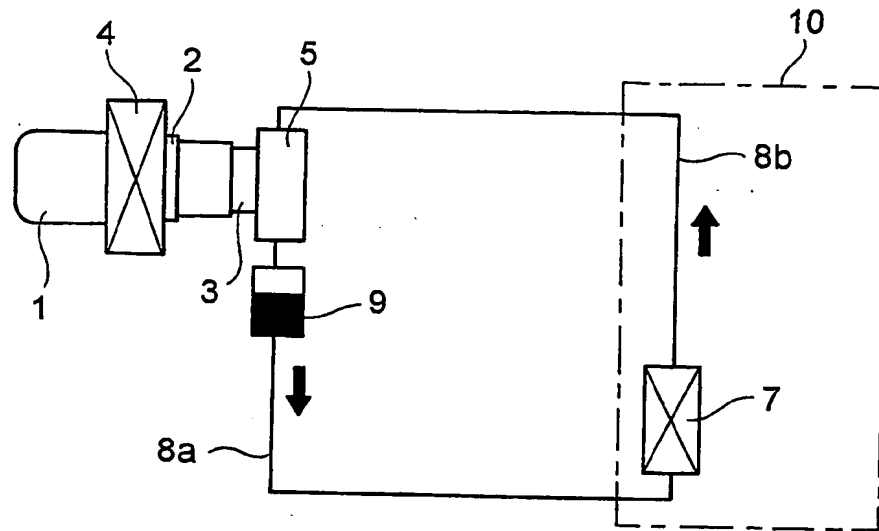
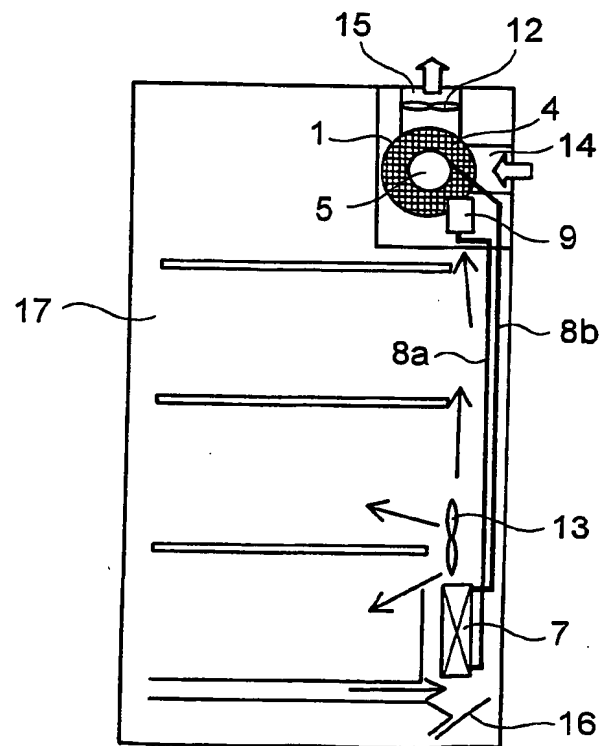
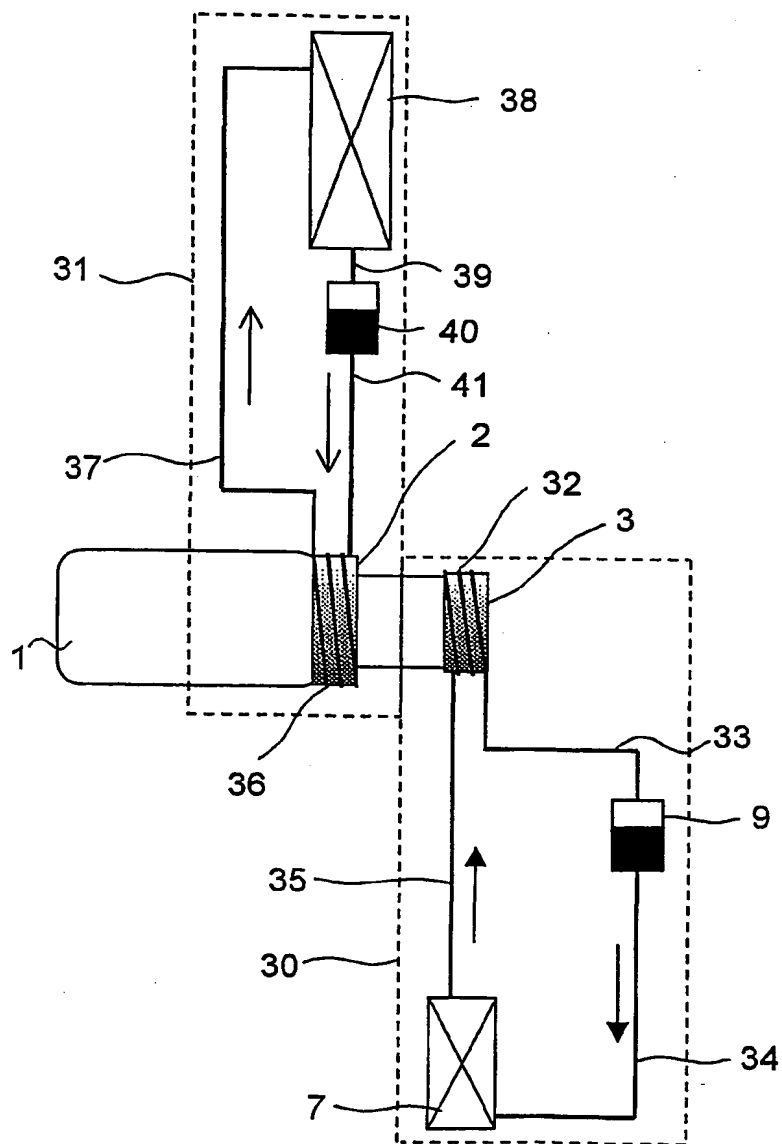


図4



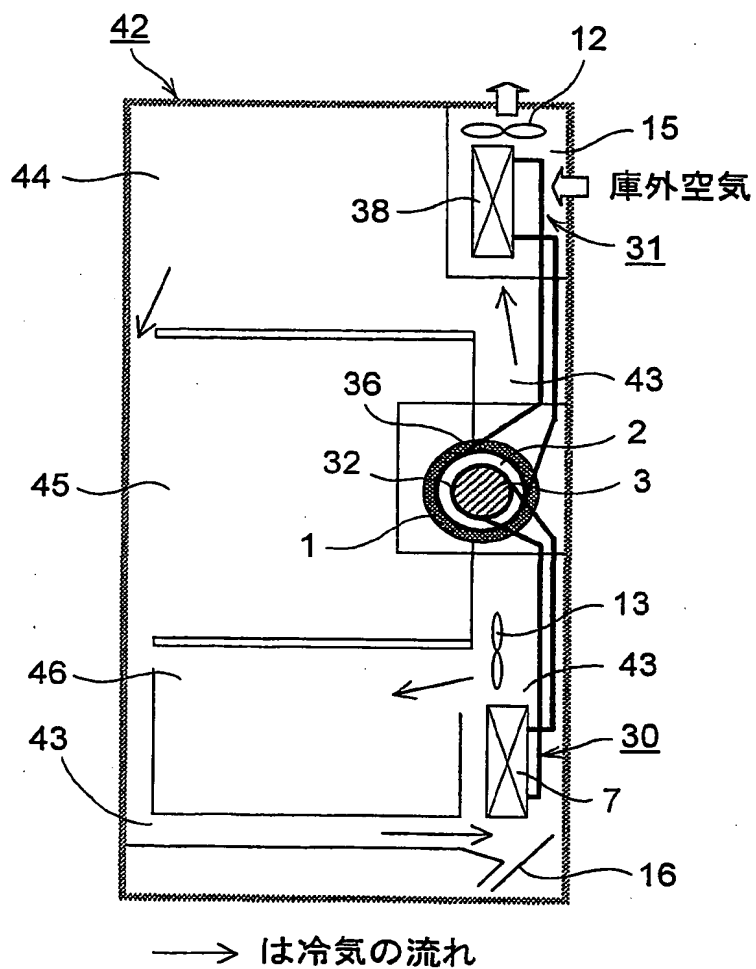
3/5

図5



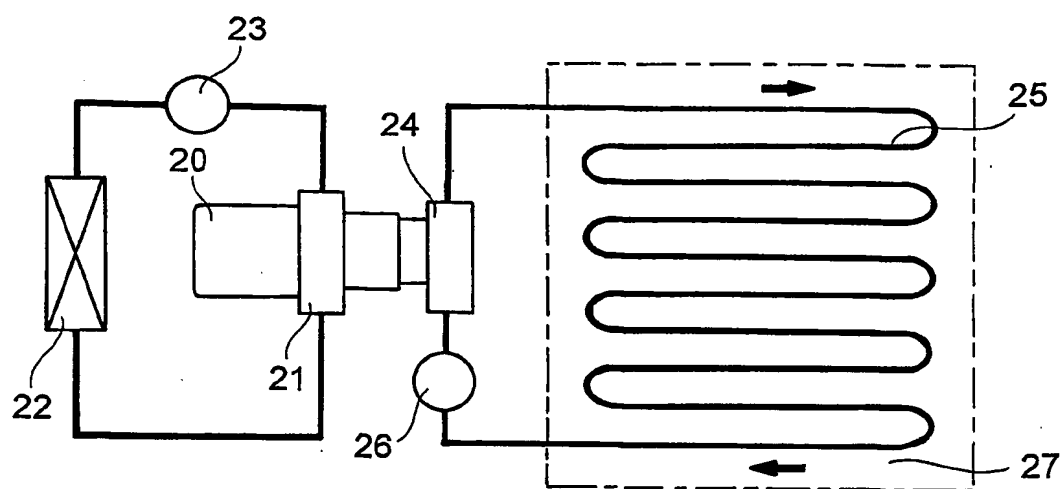
4/5

図6



5/5

図 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06994

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ F25B 9/14, F25D 11/00, 17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ F25B 9/14, F25D 11/00, 17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2001-33139 A (Global Cooling BV), 09 February, 2001 (09.02.01), page 4, column 5, line 31 to column 6, line 33 (Family: none)	1, 2, 6-8
P, Y		3
A	JP 2000-193360 A (Sharp Corporation), 14 July, 2000 (14.07.00), page 5, column 7, lines 1 to 7 (Family: none)	1-16
A	JP 7-180921 A (Toshiba Corporation), 18 July, 1995 (18.07.95), page 4, column 5, line 41 to column 6, line 8 (Family: none)	1-16
A	JP 63-83566 A (Toshiba Corporation), 14 April, 1988 (14.04.88), page 3, upper right column, line 12 to page 3, lower left column, line 15 (Family: none)	1, 7, 9, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
01 November, 2001 (01.11.01)Date of mailing of the international search report
13 November, 2001 (13.11.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO1/06994

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F25B 9/14, F25D 11/00, 17/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F25B 9/14, F25D 11/00, 17/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-2001年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	J P 2001-33139 A (グローバル クーリング ビー ヅイ) 9. 2月. 2001 (09. 02. 01), 第4頁第5欄 第31行-第6欄第33行 (ファミリーなし)	1, 2, 6-8
P, Y		3
A	J P 2000-193360 A (シャープ株式会社) 14. 7 月. 2000 (14. 07. 00), 第5頁第7欄第1-7行 (ファミリーなし)	1-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 11. 01

国際調査報告の発送日

13.11.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

上原 徹

3M

7409

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 7-180921 A (株式会社東芝) 18. 7月. 1995 (18. 07. 95), 第4頁第5欄第41行-第6欄第 8行 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 63-83566 A (株式会社東芝) 14. 4月. 1988 (14. 04. 88), 第3頁右上欄第12行-同頁左下 欄第15行 (ファミリーなし)	1, 7, 9 , 11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.